

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1907-1908

N° 19.

STÉRILISATION de L'EAU de BOISSON

d'une troupe en marche aux colonies

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 11 Décembre 1907.

PAR

Jean GUYOMARCH

Né à Guer (Morbihan), le 24 Juin 1885.

Elève du Service de Santé de la Marine

Examineurs de la Thèse	{	MM. LAYET, professeur.....	} <i>Président</i>	
		DENUCE, professeur.....		
		MONGOUR, agrégé.....		} <i>Juges.</i>
		GUYOT, agrégé.....		

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur
les diverses parties de l'Enseignement médical.

BORDEAUX

IMPRIMERIE COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE

56, rue du Hautoir, 56

1907



UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1907-1908

N° 19.

STÉRILISATION de L'EAU de BOISSON

d'une troupe en marche aux colonies

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 11 Décembre 1907.

PAR

Jean GUYOMARCH

Né à Guer (Morbihan), le 24 Juin 1885.

Elève du Service de Santé de la Marine



Examineurs de la Thèse

{	MM. LAYET, professeur.....	} <i>Président</i>
	DENUCE, professeur.....	
	MONGOUR, agrégé.....	} <i>Juges.</i>
	GUYOT, agrégé.....	

**Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur
les diverses parties de l'Enseignement médical.**

BORDEAUX

IMPRIMERIE COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE

56, rue du Hautoir, 56

1907

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. PITRES..... Doyen. | M. DE NABIAS..... Doyen honoraire.

PROFESSEURS :

MM. DUPUY..... } Professeurs honoraires.
MASSE..... }

	MM.		MM.
Clinique interne.....	PICOT.	Chimie.....	BLAREZ.
	PITRES.	Histoire naturelle.....	GUILLAUD.
Clinique externe.....	DEMONS.	Pharmacie.....	DUPOUY.
	LANELONGUE	Matière médicale.....	DE NABIAS.
Pathologie et thérapeu-	VERGELY (en congé).	Médecine expérimentale	FERRE.
tique générales.....	MONGOUR (chargé).	Clinique ophtalmologi-	
Thérapeutique.....	ARNOZAN.	que.....	BADAL.
Médecine opératoire.....	VILLAR.	Clinique chirurgicale in-	DENUCE
Clinique d'accouchements	LEFOUR.	fantile et Orthopédie.	BOURSIER.
Anatomie pathologique.....	COYNE.	Clinique gynécologique.	
Anatomie.....	GENTES (chargé).	Clinique médicale des	MOUSSOUS.
Anatomie générale et		maladies des enfants.	DENIGES.
histologie.....	VIAULT.	Chimie biologique.....	
Physiologie.....	JOLYET.	Physique pharmaceuti-	SIGALAS.
Hygiène.....	LAYET.	que.....	LE DANTEC.
Médecine légale.....	LANDE.	Pathologie exotique....	
Physique biologique et	BERGONIÉ.		
électricité médicale.			

PROFESSEURS ADJOINTS :

Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	MM. DUBREUILH.
Clinique des maladies des voies urinaires.....	POUSSON.
Clinique des maladies du larynx, des oreilles et du nez.....	MOURE.
Clinique des maladies mentales.....	REGIS.

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

SECTION DE MÉDECINE (*Pathologie interne et Médecine légale*).

MM. MONGOUR.
CABANNES.

MM. VERGER.
ABADIE.
CRUCHET.

SECTIONS DE CHIRURGIE ET ACCOUCHEMENTS

Pathologie externe... { MM. BEGOUIN.
VENOT.
GUYOT.

Accouchements..... { MM. ANDÉRODIAS
PERY.

SECTION DES SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

Anatomie..... { MM. GENTES.
CAVALIÉ.

Physiologie..... MM. GAUTRELET
Histoire naturelle..... { BEILLE.
MANDOUL.

SECTION DES SCIENCES PHYSIQUES

Chimie..... M. BENECH.

Pharmacie..... { MM. BARTHE.
LABAT.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

Pathologie interne.....	MM. RONDOT.
Accouchements.....	PERY.
Physiologie.....	GAUTRELET.
Ophtalmologie.....	LAGRANGE.
Clinique dentaire.....	CAVALIÉ.

Le Secrétaire de la Faculté : LEMAIRE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE VÉNÉRÉE DE MA MÈRE

A MON PÈRE, A MA BELLE-MÈRE

Faible témoignage d'affection et de
profonde reconnaissance

A MON FRÈRE

A MES AMIS

LES DOCTEURS P. DAUVERGNE, J. RIVIÈRE

E. LE COUSSE ET L. MORIN

MÉDICINS DES TROUPES COLONIALES

A MES CAMARADES DES CORPS DE SANTÉ

DE LA MARINE ET DES COLONIES

A MONSIEUR LE DOCTEUR JACQUEMIN

MÉDECIN GÉNÉRAL DE DEUXIÈME CLASSE DE LA MARINE
DIRECTEUR DE L'ÉCOLE PRINCIPALE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE
ET DES COLONIES
COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR
OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

A MONSIEUR LE DOCTEUR BELLOT

MÉDECIN EN CHEF DE DEUXIÈME CLASSE DE LA MARINE
SOUS-DIRECTEUR DE L'ÉCOLE PRINCIPALE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE
ET DES COLONIES
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE DOCTEUR LAYET

PROFESSEUR D'HYGIÈNE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE BORDEAUX

ANCIEN MÉDECIN PRINCIPAL DE LA MARINE

CORRESPONDANT NATIONAL DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

MEMBRE DU CONSEIL SUPÉRIEUR D'HYGIÈNE PUBLIQUE

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

AVANT-PROPOS

Ce travail inaugural nous procure l'occasion d'exprimer notre reconnaissance à tous les maîtres qui ont contribué à notre instruction professionnelle.

Nous tenons à remercier plus particulièrement M. le docteur Béguin, professeur à l'Ecole principale du Service de Santé de la Marine, qui nous a donné l'idée première de ce sujet et n'a cessé de nous guider de ses conseils.

M. le professeur Layet nous fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre thèse. Qu'il ait l'assurance de notre profonde gratitude et veuille bien agréer nos hommages respectueux.

Nos remerciements vont aussi à M. le docteur Matignon, qui nous a donné des documents précieux sur la stérilisation de l'eau dans l'armée japonaise, à l'occasion de la dernière campagne.

Nous ne saurions enfin oublier notre bon camarade, le docteur M. Pelissier, à l'habile plume duquel nous devons nos dessins.

INTRODUCTION

L'eau est la boisson naturelle, indispensable et suffisante. On l'a si bien compris, qu'en Europe, par exemple, d'immenses travaux sont faits pour capter une eau bonne à boire, on ne recule pas devant l'installation de grandes canalisations, d'appareils dispendieux destinés à purifier l'eau qui doit être livrée à la consommation. Mais, aux colonies, la question devient des plus complexes, qu'il s'agisse de la provenance de l'eau, de sa purification surtout, pour ne parler que des points principaux, que de différences à noter dans les diverses situations de la vie militaire coloniale.

Ici les troupes occupent une ville, qui peut, et qui doit, comme en Europe, avoir à sa disposition, tous les perfectionnements modernes. Placées ailleurs, les garnisons de certains postes, jouiront des mêmes avantages, mais, déjà, dans des proportions moindres, leurs effectifs restreints ne comportant pas le dispendieux outillage affecté aux grandes casernes. Dans d'autres postes isolés, l'eau, mise à la disposition des troupes sera douteuse et, vu les conditions sommaires d'installation, les moyens de purification seront forcément imparfaits. Que dire enfin, du soldat en campagne sous les tropiques ? Marchant sous un soleil de feu, il a, le plus souvent, pour étancher sa soif, l'eau d'une mare infecte remplie de germes et organismes de toute sorte ; allégé dans la mesure du possible, il ne saurait s'encombrer d'appareils compliqués lui

permettant d'avoir une eau potable. C'est donc une question bien difficile et bien délicate que celle de l'alimentation en eau de boisson, d'une troupe en marche aux colonies. Nous allons voir s'il est possible de la résoudre.

Nous dirons les caractères de l'eau pôtale.

Nous montrerons l'eau telle qu'elle se présente aux colonies, les dangers qu'elle peut causer, la nécessité de la purifier et les moyens employés pour cela : l'épuration physique, mécanique, chimique. Nous donnerons enfin la préférence au procédé essentiellement pratique qui, débarrassant parfaitement l'eau de ses impuretés, nécessitera, pour fonctionner, l'appareil le plus léger, le plus robuste, le plus simple possible.

L'eau potable.

Les anciens ne pouvaient juger une eau qu'à ses qualités organoleptiques : limpidité, saveur, odeur, fraîcheur. Nos exigences sont aujourd'hui beaucoup plus grandes qu'autrefois. Les recherches des savants nous ont appris à nous défier de l'eau, même la plus claire. Ils nous ont montré qu'elle pouvait renfermer, à côté de substances organiques plus ou moins toxiques, des substances organisées causes de grandes et redoutables épidémies.

Le congrès international pharmaceutique de Bruxelles, en 1885, a déterminé ainsi les caractères que doit présenter une eau pour être potable.

1^o Elle doit être limpide, transparente, incolore, sans odeur, et complètement exempte de matières en suspension;

2^o Elle doit être fraîche et d'une saveur agréable; sa température ne doit pas varier sensiblement et dépasser 15°;

3^o Elle doit être aérée, et tenir en dissolution, une certaine quantité de CO^2 ;

4^o La quantité de matières organiques, évaluée en acide oxalique ne doit pas dépasser plus de 20 milligrammes par litre;

5^o Elle ne doit pas contenir plus de 5/10 de milligr. d'ammoniaque par litre;

6^o La matière organique azotée, brûlée, par une solution alcaline de $\text{Mn O}^4 \text{ K}$ ne doit pas fournir plus de 0^{mm} 1 d'azote albuminoïde par litre d'eau;

7° Un litre d'eau ne doit pas contenir plus de 500 gr. de sels minéraux;

8° L'eau potable ne doit renfermer, ni nitrites, ni hydrogène sulfuré, ni sulfures, ni sels métalliques précipitables par H^2S , à l'exception des traces de fer, d'aluminium ou de manganèse;

9° Elle ne doit renfermer, ni salprophytes, ni leptotrix, ni leptomites, ni hyphéotrix et autres algues blanches, ni infusoires, ni bactéries, et particulièrement aucun de ces êtres en décomposition;

10° L'addition de sucre blanc ne doit pas y développer de fungus;

11° Cultivée avec de la gélatine, elle ne doit pas produire d'innombrables bactéries liquéfiant cette gélatine en moins de huit jours;

12° Elle doit être dépourvue de germes.

On peut voir que, la plupart de ces qualités demandent, pour être appréciées, des travaux de laboratoire, et, si elles doivent être exigées quand il s'agit de pourvoir une agglomération sérieuse en eau potable, il ne saurait en être ainsi pour une colonne en marche sous les tropiques; nous dirons dans ce cas, qu'une eau est potable, si cette eau est limpide, transparente, incolore, sans odeur, de saveur agréable, exempte de matières en suspension, de matières organiques et dépourvue de germes.

Voyons maintenant si l'eau mise à la disposition du soldat colonial répond à ces caractères.

L'eau de boisson aux Colonies

Les eaux d'alimentation, aux Colonies, sont puisées dans les étangs, les puits ordinaires ou artésiens, les pluies et les citernes, les rivières et les fleuves, les sources. Les étangs et les marais, formés par la collection des eaux dans une dépression de terrain à sous-sol imperméable, sont quelquefois une ressource suprême pour le colonial. Ces eaux détestables ont été accusées, à juste titre, de contenir les germes d'une foule d'affections bénignes, graves ou mortelles.

Les eaux de puits ne sont qu'exceptionnellement bonnes. Creusés au voisinage des maisons, ils sont toujours dangereux, à cause des infiltrations probables. Creusés au voisinage des fleuves et des nappes d'eau, ils ne sont pas moins nocifs : Saïgon, autrefois de réputation si mauvaise, alors qu'on y buvait des eaux de puits, a vu son état sanitaire s'améliorer avec l'amenée d'eau potable.

Les eaux de pluie peuvent rendre de grands services, à défaut d'eau courante ; on les recueille dans des citernes, mais ces eaux, les premières de l'hivernage notamment, se chargent de matières organiques et de microorganismes qui entraînent une sorte de fermentation et leur corruption à un moment donné.

Les fleuves et les rivières des tropiques sont alimentés par des pluies périodiques. A l'époque des pluies, ils roulent une quantité considérable d'impuretés. Ces crues, occasion-

nent, à côté du lit principal, une série de lits secondaires, marigots, coulant à plein bord hors de la crue et dont l'eau est à peu près du même degré de salubrité que l'eau du fleuve lui-même, mais qui se change en eau stagnante pendant la période de sécheresse. Toutes ces eaux sont d'ailleurs souillées par les populations riveraines, qui jettent au fleuve leurs déjections de toute sorte. L'eau de source, très rare aux colonies, peut encore se charger, en traversant le sol, de matières organiques.

Le plus souvent donc, les eaux, quelle que soit leur provenance, ne peuvent être employées directement pour la consommation. Elles présentent, en effet, de graves dangers. Le mode de contagion par les eaux, pour beaucoup de maladies infectieuses, n'est plus en doute aujourd'hui.

Les statistiques ont montré l'extrême fréquence de la fièvre typhoïde aux colonies, d'un autre côté, les laboratoires découvrent, dans presque toutes les eaux, le bacille d'Eberth, que ces eaux soient de puits, de fleuve, de mares. Ceci s'explique très bien: M. Treille constata, à Dakar, en 1892, sur une étendue de plus de 600 mètres, des charognes, des rats en putréfaction; à la saison des pluies, des infiltrations se produisent et souillent la nappe d'eau souterraine. Ailleurs, c'est le tout au fleuve que pratiquent les indigènes.

La dysenterie sévit d'une façon effrayante aux colonies. Or, la théorie de l'origine hydrique de cette maladie est vieille comme la médecine. Hippocrate accusait les matières végétales contenues dans l'eau. Marchoux, Chantemesse et Vidal, Roger, reconnaissent, d'un commun accord, que la dysenterie est une maladie infectieuse transmissible par l'eau. Il suffit, pour le prouver, de citer ce fait observé pendant la campagne du Dahomey: Tant que l'on boit de l'eau de l'Ouémé filtrée, pas de dysenterie. Les troupes qui marchent sur Abomey quittent le fleuve et utilisent l'eau des mares, qu'elles doivent consommer telle qu'elle, la dysenterie fait des ravages. En 1895, pendant l'épidémie de choléra, qui eut lieu le long du Mékong, on remarque que le fléau suit absolument le

cours du fleuve et de ses affluents, ne frappant que les villes et les villages riverains qui prennent là leur eau de boisson. Roux rapporte que la ville de Nagpore était atteinte, chaque année, par le choléra. Depuis que de l'eau de source lui est amenée, on n'en a pas constaté un seul cas.

Le moustique ne doit pas, non plus, être considéré comme le seul mode de propagation du paludisme, les germes existent aussi dans l'eau. « Les voyageurs, dit M. Laveran, qui parcourent les contrées malsaines, réussissent souvent à éviter les fièvres, en ne buvant que de l'eau bouillie, alors que les personnes qui ne prennent pas cette précaution, sont atteintes dans de fortes proportions ». On a constaté, à plusieurs reprises, que, dans une même localité, des individus vivant dans des conditions identiques, mais faisant usage d'eau de provenance différente, étaient, les uns atteints, les autres épargnés par les fièvres. Dans certains endroits, il a suffi de substituer l'eau pure à l'eau stagnante, qui servait de boisson, pour faire disparaître le paludisme.

Le bacille ictéroïde, lui-même, peut être véhiculé par les eaux. La fièvre jaune a disparu de la Vera-Cruz où elle était endémique, depuis que l'eau de source est distribuée dans toutes les maisons.

Une épidémie de peste s'étant déclarée dans un village proche de Bombay, Hankin fit désinfecter un étang où le bacille avait été constaté. Elle cessa à partir de ce moment. Rall relate deux épidémies de Béri-béri, successives à bord de navires et qui semblent prouver que cette maladie est transmissible par l'eau de boisson.

Les cas de tétanos sont assez fréquents aux colonies, et c'est souvent dans l'eau qu'il en faut chercher l'origine. Le docteur Kermorgant signale, en effet, la présence du bacille du tétanos dans la vase des arroyos.

On rencontre le colibacille dans presque toutes les eaux suspectes; rarement seul, le plus souvent associé à diverses bactéries putrides.

La maladie pyocyanique n'est pas exceptionnelle; chez

l'homme, elle peut sévir à l'état épidémique. Elle paraît dans ce cas, dit Bonjean, avoir constamment une origine hydrique.

Le bacille tuberculeux, enfin, résiste très bien dans l'eau. Muschold a trouvé qu'il était encore vivant et virulent après 162 jours.

Nous ne saurions mieux faire, pour terminer cet aperçu de la transmission par l'eau des maladies microbiennes, que de citer les lignes suivantes, empruntées à M. le professeur Layet.

« Les eaux de toutes sortes sont chargées de bactéries qu'elles ramassent, charrient et abandonnent un peu partout. Les eaux météoriques, avec les bactéries de l'air qu'elles laissent à la surface du sol ou dans ses couches sous-jacentes à travers lesquelles elles s'infiltrent. Les eaux courantes, avec les bactéries qu'elles drainent et abandonnent en masse sur leurs berges. Les eaux d'inondation, avec les bactéries qu'elles enlèvent aux terres désagrégées. Les eaux stagnantes des lacs, des étangs, des lagunes, des marigots et des mares, avec les bactéries qui foisonnent sur leurs rives.

» Les eaux souterraines, avec toutes les bactéries que, dans leur fluctuation elles prennent aux couches plus ou moins sous-jacentes. »

L'eau contient encore des organismes animaux divers, susceptibles de déterminer, chez l'homme, des troubles pathologiques multiples, nous voulons parler des maladies parasitaires.

L'ankylostomiase est un accident fréquent aux colonies occasionné par l'ankylostome duodéal. Les selles de l'infecté contiennent un grand nombre d'œufs, qui, déposés sur le sol, donnent naissance à des embryons; ceux-ci entraînés par les eaux, vont souiller la nappe souterraine.

Les mêmes considérations s'appliquent aux ascarides lombricoïdes, qui, ingérés avec l'eau de boisson, pénètrent dans l'intestin et peuvent y causer des dégâts considérables.

Les différentes filaires du sang, du tissu cellulaire, de l'œil, sont transmissibles par l'eau.

La bilharziose, qui se manifeste par des hématuries parfois mortelles est produite par la bilharzia hæmatobia, dont l'embryon, rejeté par les différentes mictions, est entraîné ensuite par les pluies.

Enfin, les distomatoses sont causées par des parasites qui pénètrent dans l'économie, par l'eau d'alimentation.

Il y a donc bien loin de cette eau chargée de bactéries et organismes, à l'eau potable qui doit, nous l'avons vu plus haut, être exempte de matières en suspension et dépourvue de germes.

Maladies microbiennes, maladies parasitaires, voilà à quoi s'expose l'homme imprudent qui consomme directement l'eau qui se présente à lui sous les tropiques.

Existe-t-il un moyen de débarrasser une eau de ses impuretés, c'est ce dont nous allons maintenant nous occuper, sans perdre de vue que nous voulons étudier un point très spécial et très limité: l'alimentation en eau de boisson d'une troupe en marche, aux colonies, troupe que nous supposons très réduite, colonne volante en général, qui ne saurait, par conséquent, se charger d'un matériel encombrant et lourd, mais qui doit pourtant avoir à sa disposition une eau inoffensive et bonne à boire.

Purification physique

Elle comprend : l'ébullition, la distillation, la stérilisation sous pression.

L'ébullition est le procédé de purification le plus simple et à la portée de tous. Il consiste à porter l'eau à la température de 100°, qui suffit pour tuer la plupart des germes.

Malheureusement, son emploi peut présenter de grandes difficultés dans certaines circonstances; l'on peut même dire que, pour une troupe en marche aux colonies, il est pratiquement inutilisable. Rien de plus facile, pourtant, semble-t-il, que de faire bouillir de l'eau : un récipient et un peu de feu suffisent; le soldat a bien toujours sa gamelle sous la main, mais le combustible peut faire défaut, surtout si la troupe est nombreuse; le fait a été signalé pour la guerre du Transvaal. Dans certains cas, il peut être interdit d'allumer le moindre feu, de crainte d'indiquer à l'ennemi, l'emplacement exact des positions, soit par la fumée, soit par la clarté des foyers.

Porter à l'ébullition un volume d'eau de quelque importance, exige déjà un temps assez long, et le moment où le soldat pourra s'abreuver, se trouve encore éloigné par l'obligation de soumettre au refroidissement l'eau qui a été bouillie. C'est là le gros inconvénient : Voilà des hommes qui marchent depuis cinq ou six heures par une chaleur torride; on ne saurait véritablement les réduire à n'étancher leur soif

qu'après plus d'une heure d'attente, pour leur offrir, en fin de compte, une eau tiède et détestable au goût.

C'est, qu'en effet, l'eau bouillie est désagréable à boire, elle devient âcre, par suite de la décomposition des matières organiques. Privée d'air, lourde et indigeste, elle doit toujours être aérée, battue à l'aide d'une baguette ou exposée à l'air, toutes opérations qui provoquent, chez l'homme qui les voit, une sensation de dégoût, et facilitent les chances de contamination de l'eau.

L'ébullition laisse, de plus, intactes les matières toxiques.

Nous ne saurions insister longtemps sur la purification par distillation. Celle-ci nécessite des appareils relativement compliqués, qui ont besoin, pour fonctionner, d'une quantité énorme de combustible. C'est, de plus, une opération longue, qui a pourtant cet avantage qu'elle rend potables les eaux les plus saumâtres, l'eau de mer elle-même, mais sa place est plutôt sur les bâtiments de la flotte, ou dans des formations fixes. Il n'y a pas de modèle de distillateur susceptible d'être transporté par une colonne en marche, et, d'ailleurs, la difficulté de la mise en fonctionnement d'appareils complexes, le temps assez long nécessaire par l'ébullition, l'évaporation et la condensation en proscrivent l'emploi.

Dans la stérilisation sous pression, l'eau est chauffée en vase clos et peut atteindre 120°, température à laquelle ne résistent, ni parasites, ni microbes. Les appareils à stériliser les plus employés sont celui de Geneste et Herscher, celui de Vaillard et Desmaroux. Ce procédé est plus pratique que la distillation, en ce sens que l'eau qui sort de l'appareil peut être consommée immédiatement, puisque sa température, grâce aux échangeurs, est à peine de 1 degré ou deux plus élevée que celle de l'eau qui y entre; on peut avoir, en outre, une quantité d'eau relativement considérable en un temps très court, et sans une grosse dépense de combustible; enfin, les propriétés comestibles de l'eau ne sont pas altérées, car la nécessité de maintenir l'eau sous pression est en même temps la cause de sa qualité comestible.

Malgré cela, étant données les difficultés inhérentes au transport d'un matériel lourd et coûteux, la nécessité d'un personnel spécial, bien au courant de la construction et du fonctionnement des appareils, la stérilisation sous pression, pas plus que la distillation, pas plus que l'ébullition, ne saurait résoudre le difficile problème de l'alimentation en eau de boisson, d'une troupe en marche.

Purification mécanique

Signalons, en passant, la sédimentation, qui, à la rigueur, pourrait servir à clarifier une eau et la rendre buvable, si son seul défaut était d'être boueuse; par le repos, les matières terreuses se déposeront sans doute, mais c'est un procédé à rejeter complètement, car, une eau aussi grossièrement épurée n'offre aucune garantie de sécurité et reste chargée de germes.

La purification mécanique proprement dite est représentée par les filtres, appareils extrêmement nombreux, et extrêmement répandus sans doute, parce qu'ils possèdent le précieux avantage de ne modifier, ni le goût, ni les qualités de l'eau; un bon filtre doit clarifier l'eau en retenant dans ses pores, les particules terreuses et organiques, les microbes et les parasites.

Mais, parmi les nombreux appareils construits dans le but de filtrer l'eau, la plupart n'offrent qu'une sécurité relative et ne sont en réalité que des clarificateurs, ou bien encore, leur fragilité; la difficulté de leur entretien, leur faible débit, leur volume trop grand, les rendent peu utilisables pour une troupe en marche aux colonies.

Nous allons passer en revue les filtres les plus connus et voir leur valeur respective, eu égard au point qui nous intéresse. En Autriche et en Allemagne, on préconise la construction de filtres simples à l'aide de tonneaux, dont

le fond aura été préalablement percé de trous et garni d'une épaisse couche de graviers, de feutre, de laine, de paille hâchée ou autres substances analogues.

Ce même procédé a été préconisé en France par le professeur Morache, mais, chez nous, toute initiative est laissée aux chefs de corps et aux médecins, pour choisir, entre les méthodes, la plus appropriée aux circonstances.

Le Comité de santé des Armées a indiqué, en 1881, comme procédé extemporané de filtration, l'usage d'une éponge tassée et enfoncée au sommet d'un entonnoir en verre.

On cite encore comme moyen simple de purifier une eau, le passage de cette eau à travers une couverture de laine retenue au-dessus du sol par quatre piquets placés en terre.

Ces procédés sont évidemment des plus simples, mais ne sauraient donner aucun résultat appréciable au point de vue bactériologique; ils clarifient l'eau sans la purifier; une eau boueuse pourra, de la sorte, redevenir limpide, mais conservera les germes qu'elle possédait déjà. Enfin, on comprend aisément qu'une petite colonne en marche ne peut pas se charger d'un matériel encombrant comme le sont les tonneaux destinés à la filtration, qu'aussi bien la couverture est un objet de campement, la plupart du temps souillé de matières organiques et par conséquent impropre à purifier une eau, à moins d'être lui-même passé dans l'eau bouillante.

Nous arrivons aux filtres proprement dits, qui constituent un moyen plus perfectionné d'épurer une eau suspecte.

Les premiers employés furent des filtres à sable. L'eau à stériliser passe sur une couche assez épaisse de sable, mais comme les grains ne sont pas tous de la même grosseur, il se forme, à l'intérieur de la couche, de petits conduits qui laissent passer les germes jusqu'à ce qu'il y ait à la surface du sable, une membrane formée elle-même de débris organiques enchevêtrés, qui joue le rôle de filtre; bientôt, la filtration se ralentit, il faut racler cette membrane et l'eau repasse souillée.

Les Anglais utilisent une caisse cylindro-conique, séparée en deux par une cloison médiane longitudinale qui ne va pas tout à fait jusqu'en bas. La matière filtrante affleure en bas le bord inférieur de la cloison médiane de part et d'autre. L'eau, versée par l'ouverture supérieure traverse la couche de sable de haut en bas, pénètre par la communication inférieure, dans l'autre compartiment, et traverse de nouveau la couche de sable, mais cette fois, de bas en haut, il y a deux filtrations successives.

Les officiers et les soldats anglais emploient très souvent, en campagne, un petit filtre de poche, le filtre de Parkes, comprenant un petit réservoir cylindrique, en métal, dans lequel l'eau arrive de bas en haut à travers une couche de sable; un tube de caoutchouc, adapté à l'une des extrémités, permet de boire par succion, l'eau filtrée.

Nous ne saurions insister sur la valeur de ces différents appareils, après ce que nous avons dit des filtres à sable en général; comme bien d'autres, ils se contentent de clarifier l'eau sans la purifier.

On a aussi utilisé des filtres à charbon et à coke, qui reposent sur le même principe que les précédents. C'est ainsi qu'en Allemagne, on se sert encore aujourd'hui, d'un appareil constitué par deux cuves de différente grandeur, qui se placent l'une dans l'autre, la plus petite présentant un trou dans le fond; l'espace compris entre les deux est rempli d'une couche de charbon, et l'eau filtre, de la petite cuve, dans la grande.

Un autre filtre à charbon très répandu en Angleterre, le filtre Buhring est formé d'un petit cylindre de charbon aplati, d'une longueur de 6 centimètres et terminé, à une extrémité, par un tuyau de caoutchouc, qui permet d'aspirer l'eau stérilisée; ses petites dimensions en font un appareil éminemment portatif, mais, à tous ces filtres à charbon, s'appliquent les mêmes reproches qu'aux filtres à sable.

Ils n'offrent pas plus de sécurité; bien plus, les filtres au charbon animal peuvent devenir dangereux, car ils forment

un excellent milieu de culture pour les microorganismes, grâce à la forte proportion de phosphate qu'ils contiennent.

Ils ont, d'ailleurs, été irrémédiablement condamnés par M. le docteur Jacquemin, directeur du Service de Santé au corps expéditionnaire de Chine: « Ces voitures Lefèvre, dit-il, sont encombrantes et lourdes; leur filtre au charbon ne donne qu'une sécurité trompeuse, qui devient par là même un grave danger ».

Nous ne saurions passer sous silence le filtre Chamberland, dont le pouvoir est universellement reconnu, et qui a donné des résultats satisfaisants en garnison; étudions-le maintenant au point de vue de son utilité pour des troupes en marche aux colonies.

C'est un appareil comprenant un ou plusieurs cylindres en porcelaine dégrossie; l'eau à stériliser traverse la bougie de dehors en dedans, soit sous pression, produite à l'aide d'une pompe, soit par aspiration, produite par courant continu, avec tube d'évacuation faisant siphon.

Il en existe différents modèles. Le type 1, est un filtre de 25 bougies, pesant en moyenne 75 kilogrammes, et nécessitant, en plus, un nettoyeur spécial, le nettoyeur André. Ce dernier, qui complique singulièrement l'appareil, est constitué par un certain nombre de tubes verticaux percés de trous, et possédant de petits frottoirs en caoutchouc, en contact avec les bougies. Ces frottoirs, mis en mouvement par un mécanisme spécial, agissent sur toute la surface des bougies, que lavent en même temps des courants d'eau s'échappant des orifices du nettoyeur.

Or, aux colonies, sous l'influence d'une température élevée, le caoutchouc se raccornit, n'entre plus en contact avec les bougies et devient totalement inutile. Joignez à cela le poids excessif de l'appareil, son démontage extrêmement long, sa fragilité, défauts qui, véritablement, doivent le faire rejeter du matériel d'une troupe en marche.

Le filtre du type 2 est de 15 bougies et peut être porté par un seul homme, c'est évidemment pour nous un avantage

sur le précédent, mais, comme le précédent aussi, il possède un nettoyeur que nous avons vu se détériorer rapidement aux colonies, n'offrant plus, alors, aucune sécurité.

Le filtre du type 3 a été construit spécialement pour les troupes en marche, et a, sur les deux autres, l'avantage qu'il ne possède pas de nettoyeur André; plus robuste, on le nettoie directement au moyen d'une brosse. A côté de cela, c'est un appareil qui pèse 50 kilogrammes, qui se place sur un brancard porté par deux hommes, qui, comme les premiers, a besoin, pour fonctionner d'une pompe à piston, fort simple sans doute, mais il n'en est pas moins vrai qu'elle complique l'appareil.

Les filtres Chamberland sont lourds, compliqués, fragiles, difficiles à nettoyer; ce sont là de graves inconvénients. Il en est d'autres: leur débit diminue très rapidement et même parfois cesse complètement, si, par exemple, l'eau à stériliser est particulièrement souillée; ils s'encrassent facilement et deviennent hors d'usage. M. Danguy des Déserts écrit dans la thèse de M. d'Auber de Peyrelongue: « Après avoir passé dans l'eau bouillante des filtres Chamberland venant de servir, on reçoit encore de l'eau contaminée; les filtres cassés, montrent, dans leurs parois, des vacuoles de colonies. Ceci explique que, parfois, l'eau qui traverse ces filtres en sort plus souillée qu'en y entrant; le bacille typhique, en raison de sa grande mobilité, traverse les bougies filtrantes plus rapidement qu'aucune espèce banale. Pendant l'expédition du Dahomey, les troupes étaient munies de filtres Chamberland portatifs. Tant que l'on remonta l'Ouémé, tant que l'eau claire du fleuve put être filtrée, l'on constata très peu d'accidents fébriles et surtout peu de dysenterie. Mais, dans la marche sur Abomey, les filtres devinrent inutilisables, car l'eau boueuse rencontrée les obstruait immédiatement; aussi, les accidents dysentériques éclatèrent-ils bientôt.

L'expérience du Dahomey suffit à démontrer le peu d'utilité que les filtres Chamberland peuvent présenter pour une troupe en marche qui ne saurait se charger de cet impedimentum.

Le filtre Berkefeld, employé en Allemagne et aux Etats-Unis, est basé sur le même principe que le filtre Chamberland, il comporte une bougie en terre d'infusoires, comprise dans un cylindre en métal, une tubulure latérale permet l'amenée de l'eau qui filtre, de dehors en dedans, et sort par la partie supérieure de l'appareil. Ce filtre, qui a un débit assez rapide, 20 litres en dix minutes environ, est passible des mêmes reproches que le précédent. Au bout de quelque temps, il laisse passer les germes et s'encrasse rapidement, surtout s'il doit filtrer une eau boueuse; il est aussi extrêmement fragile. Un article du journal anglais *The Lancet*, pourra nous édifier sur sa valeur: « On discute énormément, dit l'article, dans les cercles d'hygiène publique, sur les mérites des filtres dont ont été pourvus nos soldats. Il est établi que les filtres fournis par le Ministère de la Guerre, sont insuffisants et perméables au bacille typhoïdique ». Or, ces filtres employés parmi les troupes de l'Afrique du Sud, étaient des filtres Berkefeld.

D'autres appareils, fabriqués en porcelaine d'amiante (bougies de M. Garros, aérifiltre Maillé) et en porcelaine de cellulose (filtre Grandjean), permettent aussi la purification de l'eau; ils sont moins fragiles, mais présentent les mêmes inconvénients que le Chamberland.

Il existe encore une série de filtres simples qui utilisent comme masse filtrante, l'amiante, et qui sont de différents modèles.

Le filtre Breyer, qui se compose d'une toile tendue sur une armature métallique, et sur laquelle on dépose de la poudre d'amiante très fine; il est difficile à nettoyer et possède un faible débit.

Le « Schrdarm-Filtre », ou filtre de Kuhn, décrit par le docteur P. Schucking au Congrès de Médecine, en 1900: « Un seau ordinaire de campement, en double toile à voile, est muni, dans son fond, de deux tamis métalliques et d'un tuyau d'écoulement. Chaque filtre comporte 3 doses de 80 grammes de poudre d'amiante. Pour l'usage, le filtre est suspendu, on ferme le tuyau d'écoulement par un bouchon à vis, et on

enlève le tamis supérieur. Le récipient est rempli au tiers avec l'eau à filtrer, et on y verse une dose d'amiante, en ayant soin d'agiter avec un bâton; le tamis supérieur est ensuite mis en place, alors le seau est complètement rempli, l'orifice d'écoulement ouvert et, à mesure que le filtre débite, on le remplit à nouveau. Quand le filtre a cessé de fonctionner, l'amiante est lavée, exprimée, séchée et replacée entre les deux tamis, de temps à autre, on la purifie simplement par l'ébullition ». C'est, on le voit, un procédé excessivement simple. L'appareil est robuste, de volume réduit, de poids léger, facile à nettoyer. Il semblerait donc que ce fut le système idéal pour une colonne en marche aux colonies, mais, lui aussi clarifie l'eau sans la stériliser, il laisse passer les germes.

— Nous devons enfin insister sur un autre filtre à amiante, le filtre Maignen, très connu en Angleterre surtout, où il parut pour la première fois en 1884. La surface filtrante comprend un tissu d'amiante sur lequel vient s'appliquer une poudre spéciale de charbon, dite carbo-calcis, mélange d'hydrate de chaux et de charbon animal, traité par l'acide chlorydrique. De nombreux modèles sont en usage.

Le filtre à baquet comprend une caisse elliptique en fer-blanc étamé, le fond recouvert de tissu d'amiante, est percé d'un trou que traverse un tuyau de sortie. Deux baquets en fer-blanc s'emboîtent autour du filtre et servent, l'un à puiser l'eau, l'autre, à recevoir l'eau filtrée. Cet appareil pèse 8 kil. et débite environ 40 litres à l'heure.

Le filtre cylindrique se compose d'un cylindre en fonte de 44 centimètres de long sur 22 cent. de diamètre, à l'intérieur se trouve un cylindre plus petit percé de trous et garni d'amiante, un couvercle sans orifices, un autre avec deux tubulures, l'une conduisant l'eau impure dans le cylindre intérieur. l'autre donnant accès dans l'espace compris entre les deux cylindres évacuant l'eau filtrée. Le tout pèse 23 kilogrammes.

Il existe, enfin, tout une série de filtres Maignen individuels, dont l'un, dit filtre Touriste, est formé par deux gobelets

s'emboîtant l'un dans l'autre, un deuxième affecte une forme cylindrique, un troisième une forme de montre, d'où son nom de filtre-montre: petite boîte métallique à couvercle vissé, portant sur une face une tubulure où s'adapte un tuyau de caoutchouc plongeant dans l'eau à stériliser, l'autre face est munie d'une sorte de biberon qui permet d'aspirer directement.

Signalons encore le bidon-filtre Maignen: spirale métallique percée de trous et recouverte d'amiante, dont l'extrémité supérieure porte un embout qui sort par l'ouverture du bidon.

Les filtres Maignen ont évidemment une certaine valeur et peuvent rendre d'importants services en colonne expéditionnaire: ils offrent une résistance et une solidité toutes particulières; le nettoyage et l'entretien en est simple et commode, le débit en est considérable, mais leur valeur bactériologique laisse beaucoup à désirer; il résulte d'expériences faites qu'ils sont peu efficaces pour arrêter les germes, ne donnant ainsi qu'une sécurité illusoire, ils retiennent, en outre, en suspension, une partie des sels contenus dans l'eau. Ils sont donc loin d'avoir atteint le but visé.

Il ressort de tout ceci que la filtration simple de l'eau nous apparaît comme pratiquement inutilisable pour les troupes en marche. Son principal défaut est d'offrir d'autant moins de sécurité que son débit est plus rapide. Les filtres rapides ne sont que des clarificateurs, ils laissent passer les germes. Les filtres lents ne peuvent être bons que pour des formations fixes.

Purification chimique.

Un procédé très en faveur aujourd'hui, à juste raison d'ailleurs, est l'épuration de l'eau par l'addition de substances chimiques. C'est une opération simple, facile, ne nécessitant la plupart du temps aucun matériel encombrant.

Bien des substances ont été indiquées comme susceptibles de stériliser l'eau d'une manière efficace.

Les anciens s'adressèrent d'abord aux plantes aromatiques pour rendre bonne à boire une eau souillée: la menthe, les amandes amères, les feuilles de laurier-rose, les semences de ricin ont été tour à tour employées. Il est bien entendu que ces divers traitements ne sont nullement efficaces au point de vue microbien, ils se bornent à masquer le goût de l'eau en lui donnant une saveur amère, le thé, le café, employés ainsi n'agissent que par l'ébullition nécessaire pour faire l'infusion. L'alcool, le vin, la bière, agissent par leurs acides.

Nous arrivons aux substances chimiques proprement dites. Ce qu'il importe, avant tout, c'est que la substance microbicide, mélangée à l'eau ne donne pas naissance à des composés toxiques, qu'elle puisse être neutralisée facilement si elle est employée en excès, et qu'elle ne modifie pas les qualités organoleptiques de l'eau.

L'alun, utilisé depuis fort longtemps par les Chinois, pré-

conisé par Cornil en 1892 et Paul 1893, agit par précipitation, par collage des matières organiques. Il se forme du sulfate de chaux, et l'alumine, en se précipitant, englobe les substances en suspension dans l'eau. L'alun n'a aucune action sur les germes qu'il entraîne simplement dans un précipité gélatineux comme dans « un filet à mailles très serrées ». On ajoute un gramme d'alun par 3 litres d'eau, on obtient un précipité qui par le repos s'agglomère au fond du récipient, il ne reste plus qu'à décanter pour obtenir une eau excessivement limpide. Mais il ne suffit pas qu'elle soit limpide pour être bonne à boire et dans le cas présent Max Teich, de Vienne, a démontré que l'alun n'avait que peu ou pas d'action microbicide, le bacille typhique et le vibrion cholérique, entre autres, résistent à des doses très fortes de substance; il y a entraînement des matières organiques terreuses et parfois d'une partie des germes, mais l'alun n'est en somme qu'un clarificateur ne donnant qu'une sécurité trompeuse. C'est à ce titre de clarificateur qu'il est fort souvent employé par les troupes allemandes qui font ensuite bouillir l'eau traitée par l'alun ou s'en servent pour faire leurs infusions de thé ou de café.

Les Indiens utilisent une graine, le Tétan-Cotté, agissant absolument comme l'alun.

L'eau de chaux additionnée à l'eau à purifier sature l'acide carbonique, précipitant les sels terreux avec une forte proportion de matières organiques, mais elle est sans action sur les bactéries.

Plus intéressant est un procédé adopté officiellement en Autriche, la purification par l'hypochlorite de chaux. Étudié par Traube, il résulte des expériences de ce dernier qu'une très petite quantité de sel suffit pour détruire dans une eau, les germes pathogènes des principales maladies, de la fièvre typhoïde ou du choléra en particulier, mais Loede a montré que le bactérium-coli n'était pas détruit au bout de deux heures, qu'il fallait 30 fois plus de chlorure de chaux que ne l'avait indiqué Traube, qu'il fallait laisser

le sel en contact avec l'eau pendant plus de 30 minutes. Schumburg, de Berlin, insiste en outre sur la difficulté qu'il y a à transporter l'hypochlorite de chaux, car ce corps s'altère vite sous l'influence de la lumière, il perd ainsi de sa teneur en chlore. Impossible à mettre en comprimés, il doit se transporter en poudre, mais sous l'action de la lumière il devient pâteux et deliquescent; le dosage en devient très difficile. L'eau traitée ainsi conserve un excès de chlore qui lui donne un goût très prononcé. Ce chlore peut être neutralisé par un peu d'hyposulfite de soude, mais c'est une complication qui exige en plus une filtration consécutive.

Le perchlorure de fer utilisé quelquefois, précipite les matières terreuses et organiques, il clarifie, mais ne purifie pas.

Le bisulfate de soude a été très employé en Angleterre durant la campagne sud-africaine pour tâcher d'enrayer les progrès de la fièvre typhoïde. MM. Parkes et Rideal firent fabriquer des comprimés de 0 gr. 30 prétendant que cette dose était suffisante pour tuer les bacilles typhiques contenus dans un litre d'eau, après un contact de 5 minutes. M. le major Fith, qui expérimenta par la suite, ne donna pas de résultats aussi favorables; il confirma bien l'action bactéricide du bisulfate de soude, mais il faut 5 grammes de sel par litre d'eau pour opérer en 5 minutes. Cette dose, on le comprend, pourrait amener des troubles sérieux, s'il fallait faire un usage quotidien d'une eau ainsi traitée.

Il faut, en outre, neutraliser par du carbonate de soude l'acidité trop marquée de l'eau stérilisée par le bisulfate, ce qui complique encore l'opération.

Plus rapide et plus efficace est l'action des gaz oxydant, tels que l'ozone et le peroxyde de chlore.

On a beaucoup compté sur la stérilisation par l'ozone, car grâce à ses propriétés oxydantes énergiques, c'est un bactéricide puissant, mais sa production nécessite des installations électriques importantes qui ne sauraient s'imposer aux troupes en marche aux colonies.

5 milligrammes de peroxyde de chlore employés par M. Bergé stérilisent un litre d'eau d'égouts. Ce gaz est obtenu facilement par l'action de l'acide sulfurique sur le chlorate de potasse, il n'est pas toxique en solution étendue, l'excès de gaz, une fois l'eau purifiée, s'élimine facilement, soit par décomposition spontanée, soit en faisant passer le liquide à travers une couche de coke, son énergie stérilisatrice est considérable; il semblerait donc que ce fut un procédé essentiellement pratique. Il n'en est rien, car le transport d'acide sulfurique nécessaire à la formation du gaz est dangereux. M. Bergé a cherché à résoudre cette question en employant des solutions concentrées préparées à l'avance. Mais ces solutions doivent être enfermées en tubes scellés qui ne seront ouverts qu'au moment précis de l'emploi, or le maniement, l'ouverture de ces tubes est une opération plutôt délicate et non à la portée du premier venu; la fragilité de ces mêmes tubes en contredit de plus l'usage pour une colonne expéditionnaire.

L'eau oxygénée a été utilisée à la dose de 5 centimètres cubes par litre. Mais ce procédé très coûteux n'est nullement pratique en ce sens que l'eau oxygénée s'altère très vite.

Un médecin allemand, Schumburg, emploie le brome à la dose de 0 gr. 06 cent. par litre d'eau. La solution dont on se sert dans la pratique est la suivante:

Brome	21 gr. 91
Bromure de potassium	20 gr.
Eau	100 gr.

20 cent. cubes de cette solution doivent stériliser 100 litres d'eau, l'excès de brome est neutralisé par de l'ammoniaque, à 3 0/0. Ce procédé préconisé en Italie par le Professeur Testi a été employé par le service de santé militaire italien à l'occasion de la dernière campagne de Chine; mais il faut bien considérer qu'après l'addition d'ammoniaque, il se forme de l'hypobromite et du bromure d'ammonium, que ces corps

ne sont peut être pas inoffensifs pour l'organisme, qu'enfin, ces solutions de brome sont enfermées dans des ampoules scellées à la lampe, ampoules que nous avons vu à propos du peroxyde de chlore, être d'un maniement difficile.

En outre, la valeur du brome au point de vue bactériologique laisse à désirer: Schuder expérimentant la purification par le brome n'a réussi que 11 fois sur 60 à faire disparaître le vibrion cholérique, tout en employant une dose plus forte et en prolongeant le contact; le bacille typhique est plus résistant encore, Schuder le retrouva 33 fois sur 33.

Plus digne d'intérêt et plus efficace nous semble le procédé d'épuration par l'iode, présenté pour la première fois par Allain en 1894. Repris en 1902 par M. le professeur Vailard, il est considéré par ce dernier, comme le meilleur procédé pouvant servir à l'usage des troupes en marche; 0 gr. 075 milligr. suffiraient pour détruire les germes pathogènes, il restait à mettre l'iode sous une forme assurant son dosage exact, son transport facile et sa conservation parfaite. On a eu recours à l'iodate de sodium, qui tolère le mieux la mise en comprimés. On a donc fait des comprimés d'iodate de sodium, avec une légère dose d'iodure de potassium qui maintient en dissolution l'iode dégagé à l'état naissant. Des comprimés d'acide tartrique facilitent le dégagement de l'iode, tandis que l'excès de ce dernier est neutralisé par des comprimés d'hyposulfite de soude: « On fait dissoudre ensemble, dans une minime quantité d'eau, un comprimé d'iodate de sodium ioduré et un comprimé d'acide tartrique la dissolution est versée dans l'eau à stériliser qui devient jaune brun. On fait dissoudre ensuite une pastille d'hyposulfite de soude dans un quart d'eau, et dix minutes après le premier traitement, on ajoute à l'eau la solution obtenue. L'eau redevient immédiatement claire et peut être bue aussitôt ». Les comprimés d'iodate sont conservés dans des flacons en verre bouchés; les comprimés d'acide tartrique et d'hyposulfite de soude sont inaltérables. L'eau traitée ainsi n'est pas modifiée dans son goût et ne perd aucune

de ses qualités organoleptiques; 20 minutes de contact suffisent pour la purifier. C'est un procédé qui présente, on le voit, de très grands avantages, mais il a aussi ses inconvénients. Et d'abord, ces divers comprimés, malgré leur couleur différente, exposent à commettre des méprises, certains les associeront, d'une façon irrégulière et n'obtiendront pas de résultats. Il faut, de plus, un appareil destiné à filtrer l'eau stérilisée, M. Vaillard, préconise le filtre de Kuhn très simple, robuste et léger, il n'en est pas moins vrai qu'il complique le problème. Il est d'autres reproches plus importants que l'on puisse adresser au procédé Vaillard: M. Lambert, pharmacien des troupes coloniales a démontré, en expérimentant récemment sur des eaux au Sénégal, qu'il laisse en solution 0,11 centigrammes d'iodure par litre, qui ne seraient pas sans inconvénients si l'on devait faire de cette eau un usage journalier; bien plus, M. Lambert a pu se rendre compte qu'il était insuffisant pour rendre potables, même après leur filtration, la plupart des eaux crouissantes. les seules que, dans de nombreuses circonstances, les troupes coloniales aient à leur disposition. Le Dr Klisowski, dans sa thèse de Lyon 1904, conclut ainsi: « L'iode libre à l'état naissant à la dose 0 gr. 075 par litre, agissant pendant 15 minutes sur une eau très souillée, laisse subsister un certain nombre d'espèces bacillaires sporulées ou non. Ce procédé ne peut donc remplacer l'ébullition quand l'eau est très riche en microbes et en matières organiques ».

Le fer a été appliqué par M. Anderson à la purification des eaux; il construisit un appareil rotatif sans résultats favorables, puisque à Anvers, en 1899, où avaient été installés ces appareils, on fit réouvrir les puits condamnés tant dit Zuhne: « L'eau filtrée et purifiée était devenue imbuvable ».

M. Burlureaux a composé une poudre dite poudre anticalcaire qui impressionne les germes sans les tuer. Après l'action de cette poudre, les microbes une fois ralentis dans leur vitalité se développent et se multiplient de nouveau; l'eau n'a pas été stérilisée.

Pour en finir avec la stérilisation chimique il nous reste à étudier l'épuration par le permanganate, nous nous y étendrons un peu plus longuement, car à notre avis, la stérilisation par le permanganate est le procédé de choix pour une troupe en marche aux colonies.

Dès 1865, le professeur J. Rosenthal, à l'occasion d'un rapport à la Commission du choléra de Berlin, préconisait la solution de permanganate pour purifier l'eau.

Les notions que l'on acquit depuis en bactériologie concernant la grande résistance des formes sporulées firent douter de l'efficacité du procédé.

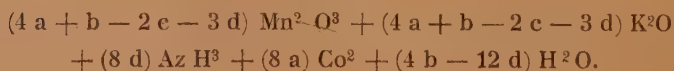
Chicandard, en 1892, reprenait la question et se posait ce problème: « Etant donné une eau impure, contenant des matières organiques en décomposition ou des ptomaines ou des alcaloïdes vénéneux, existe-t-il un procédé pour la purifier et la rendre potable? Nous répondrons oui, et à notre avis un seul ».

Il fit de nombreuses expériences avec des produits animaux tels que la peptone, c'est-à-dire avec les corps dont la composition se rapproche le plus des ptomaines fabriquées par les microbes ou engendrées par la putréfaction, et chaque fois, il constata la destruction complète de ces produits après quelques minutes de contact avec le permanganate. Il démontra que de l'action du permanganate sur les matières organiques résultaient de l'acide carbonique, de l'eau, de l'ammoniaque, ce dernier corps, si le composé organique employé était azoté. Bien qu'assez complexe, Chicandard put même établir l'équation de la réaction du permanganate sur un composé quaternaire.

En remplaçant par a, b, c, d, les exposants du C, de l'H, de l'O, et de l'Az, d'un composé inconnu il établit l'équation générale suivante:



donnent :



L'année suivante, en 1893, Mlle Schipiloff étudiait à son tour la purification par le permanganate et démontra, que non seulement la destruction des microorganismes était assurée, mais même celle des matières organiques toxiques: des solutions très concentrées et extrêmement toxiques de curare, de strychnine, de veratrine, et de morphine traitées par le permanganate, donnaient de l'eau ne présentant plus aucune trace de toxicité. Si l'on se souvient des cas d'empoisonnements signalés dans les campagnes d'Afrique par de l'eau ou baignaient des lauriers-roses, et si l'on peut supposer comme cela à eu lieu, lors d'expéditions dans les Indes anglaises, que les indigènes empoisonnaient les fontaines, on voit la supériorité du permanganate sur les autres procédés. Il purifie, dit Mlle Schipiloff « l'eau stagnante, trouble, verte, et remplie d'organismes vivants de la mare la plus infecte ».

L'efficacité du permanganate est donc un fait acquis, absolument indiscutable. Cornil et Babès indiquent qu'il faut 6 grammes de permanganate pour stériliser 1 litre de bouillon de culture, tandis qu'il faut 300 grammes d'acide phénique pour obtenir le même résultat.

Mais comment agit le permanganate? Tout le monde connaît ses propriétés oxydantes énergiques qui font de lui un excellent désinfectant: les liquides putréfiés sont immédiatement désodorisés par cet agent puissant, ce sont ces mêmes propriétés qui font de lui le meilleur stérilisateur des eaux; il agit en oxydant les matières organiques. Mis en présence de ces dernières, il les transforme en perdant deux atomes d'oxygène et donne du bioxyde de manganèse, de l'eau, de la potasse ou de la chaux, suivant la variété de permanganate employé. Mais on ne pourrait boire impunément de l'eau additionnée de permanganate en excès, il faut absolument éliminer ce sel. Pour ce faire, on peut tirer partie de son action oxydante et en lui fournissant de nouveaux matériaux d'oxydation, obtenir sa décomposition complète. Prenons l'eau d'une mare devenue rose pourpre, par l'addition du permanganate, ajoutons-y un peu d'une des matières suivantes: sucre,

eau-de-vie, cognac, vin, poudre de café, de thé, de réglisse, de quinquina, d'écorce de chêne, noir animal, braise de boulanger. L'eau perd sa couleur et devient brun jaunâtre, grâce au bioxyde de manganèse; ce corps absolument anodin est employé même comme succédané des sels de fer dans l'anémie.

Etant donné ses propriétés stérilisatrices énergiques bien définies il était naturel que l'on songeât à l'employer comme purificateur de l'eau de boisson en campagne.

MM. Bordas et Girard utilisent à cet effet le permanganate de chaux; c'est un sel cristallisé en très belles aiguilles violettes, très deliquescentes. Il est réduit instantanément à froid par tous les corps oxydables et se décompose très rapidement au contact des matières organiques, en oxygène, oxyde de manganèse et chaux; l'acide carbonique, soit dissous dans l'eau, soit formé par l'oxydation des matières organiques, facilite cette décomposition; il est nécessaire d'enlever le permanganate de chaux, et de rendre le liquide incolore; MM. Bordas et Girard, utilisent, pour cela des oxydes inférieurs de manganèse qui réduisent le permanganate en excès en le transformant en bioxyde de manganèse. L'eau traitée par ce moyen ne contient plus de matières organiques, se trouve privée de tout microorganisme; elle ne contient que de faibles quantités de carbonate de chaux, et des traces d'eau oxygénée qui continue à assurer l'asepsie du liquide. Malheureusement, le permanganate de chaux est d'un prix assez élevé, très déliquescent, il absorbe facilement l'humidité, s'altère vite et se transporte difficilement. Voilà pourquoi les filtres Lutèce qui forment d'ailleurs un matériel encombrant basés sur ce procédé Bordas et Girard ne nous arrêteront pas plus longtemps.

Le permanganate de potasse vient d'être utilisé par l'armée japonaise à l'occasion de la dernière guerre contre les Russes. Nous empruntons à M. le Dr Matignon les renseignements qui suivent: « Le filtre employé porte le nom de filtre Ishitzi. « Cet instrument a l'aspect d'un grand enton-

noir en toile à voile, monté sur un cercle de fer et muni de trois appendices, deux latéraux et un inférieur. Sa hauteur est de un mètre, et son diamètre à la base de 70 centimètres. Le cercle de fer est articulé en son milieu pour en faciliter l'emballage et le rendre moins encombrant. Sur ce cercle sont fixés des crochets de suspension. C'est un épurateur à la fois mécanique et chimique. Les appareils de filtration sont contenus dans trois manchons de toile mobiles. Ces manchons se trouvent l'un au sommet même de l'appareil, les deux autres latéralement disposés de chaque côté du sommet, à 25 cent. environ. Le liquide est filtré sur du charbon concassé, et des rondelles d'éponge. Le charbon est renfermé dans des boîtes en zinc de forme cylindro-conique qui entrent à frottement dur dans les orifices ménagés au sommet et tout près du sommet du filtre et qui sont recouverts par les manchons précités. Le fond du filtre est garni d'éponges ordinaires en quantité suffisante pour remonter jusqu'à la hauteur des orifices des deux manchons latéraux. Cet appareil peut contenir 80 litres d'eau. L'épuration chimique se fait au moyen de deux poudres contenues dans des flacons séparés fermés par des bouchons mesures de 2 centimètres de diamètre sur un demi-centimètre de profondeur.

La poudre n° 1, contient: Silicate d'alumine et HCL.

La poudre n° 2, contient: Permanganate de K, Acide tannique, Alun.

Une mesure de la poudre n° 1, et une demi-mesure de la poudre n° 2 sont nécessaires pour 20 litres d'eau. Le filtre étant rempli d'eau on fait simultanément dissoudre les deux poudres dans un demi-litre d'eau. La dissolution prend une teinte marron clair et le goût et l'odeur nettement accusée de l'acide chlorydrique. On jette cette solution dans le filtre et on attend vingt-cinq minutes pour que l'effet bactéricide se produise.

Le débit du filtre Ishitzi serait considérable, on peut obtenir 200 litres d'eau en treize minutes.

L'eau qui s'écoule de ce filtre est très claire. Elle n'a pas de goût spécial. Elle a seulement une odeur légèrement acide. Les expériences bactériologiques faites avec ce filtre ont donné des résultats très satisfaisants. Les cultures de bacilles d'Eberth, du choléra et de la dysenterie seraient tués en seize minutes, en moyenne par les solutions des poudres sus-mentionnées. Tous les germes pathogènes seraient tués, seul le subtilis résisterait.

Cet appareil est très résistant, peu encombrant, d'un maniement facile et peu dispendieux.

M. le Dr Maignon conclut ainsi: « S'il donne au point de vue bactériologique les résultats que j'ai rapportés, il vaut la peine de le prendre en considération comme appareil militaire ».

Ce procédé nous semble présenter de sérieux avantages. Pourtant l'action microbicide des substances employées demande vérification. L'acide qui paraît rester en excès dans le liquide filtré n'est peut-être pas sans inconvénients. En outre, cet appareil, dans bien des circonstances est inutilisable: Son gros volume, son poids considérable quand il est rempli d'eau, nécessitent une installation relativement compliquée, un support solide, deux gros poteaux placés en terre, par exemple, réunis par une barre transversale située à une certaine distance du sol; c'est un matériel dont ne doit pas se charger une colonne volante.

Enfin, le temps que demandent, pour agir complètement les substances chimiques, le temps que demande l'installation de l'appareil, avec ses boîtes cylindro-coniques, ses manchons, ses éponges stérilisées par l'ébullition nous font regarder ce filtre comme inapplicable en marche.

Nous avons hâte d'arriver à la description d'un autre procédé, auquel nous donnons volontiers la préférence sur tous ceux étudiés jusqu'ici et qui nous a frappé par sa simplicité. Nous voulons parler du procédé Lapeyrère, pharmacien-principal de la marine.

Ce dernier réunit et combine comme les précédents, les

deux moyens de purification: la stérilisation et la filtration.

La stérilisation se pratique rapidement à l'aide d'une poudre composée dite au permanganate alumino-calcaire qui détruit la matière organique vivante ou morte et diminue le degré hydrotimétrique des eaux calcaires.

La composition de cette poudre est la suivante:

Permanganate de potasse	3 grammes
Alun de soude cristallisé	10 —
Carbonate de soude cristallisé	9 —
Chaux de marbre foisonnée.	3 —
25 grammes	

Ces 25 grammes représentent la dose moyenne pour 100 litres d'eau, soit 0 gr. 25 par litre. Mais on sait que les permanganates seuls détruisent la matière organique, pourquoi cette combinaison de substances? parce que les permanganates en présence de l'alumine qui se sépare de sa combinaison chimique ont une action plus énergique et plus rapide sur les micro-organismes que les permanganates employés seuls, et de plus la poudre alumino-calcaire clarifie rapidement les eaux boueuses des fleuves et des étangs.

En présence de cette poudre, l'eau se débarrasse en partie du bicarbonate calcaire qui passe à l'état de carbonate insoluble et l'alumine de l'alun, mise en liberté par le carbonate de soude agit par astringence sur la cellule vivante. Elle diminue sa vitalité, le permanganate l'oxyde aussitôt et la décompose. L'alumine agit en outre mécaniquement dans l'eau en englobant sous sa forme gélatineuse comme dans un réseau à mailles très serrées, les matières tenues en suspension et les précipite à l'état de dépôt.

Comme preuves à l'appui de cette affirmation, Lapeyrère cite les expériences du Dr Grand-Moursel, médecin principal de la marine, expériences faites en 1897, sur des eauxensemencées par des bacilles typhiques et cholériques. Tou-

tes concluent à la stérilisation complète de l'eau. Celle qui suit nous semble suffisamment probante: « Un demi-litre d'eau distillée bouillie futensemencée avec 10 centimètres cubes d'une culture d'Eberth, de vingt-quatre heures en bouillon. 10 gouttes de cette eau polluée furent déposées sur 10 cent. cubes de gélose nutritive, disposée en plaque dans une boîte de Pétri.

La boîte, ainsiensemencée fut mise à l'étuve pour y être maintenue à la température de 30°.

Cela fait, la même eauensemencée fut traitée par de la poudre permanganatée et battue avec une baguette de verre jusqu'à persistance de la couleur rose violacée, indiquée par Lapeyrère comme terme limite. Il fallut 0 gr. 30 de poudre pour arriver à cette persistance. Au bout de 5 minutes de mélange, l'eau fut filtrée au filtre réducteur et 10 gouttes du liquide furent déposées dans une boîte de Petri analogue à la précédente. Cette boîte fut placée aussitôt à côté de la première, dans la même étuve.

Au bout de vingt-quatre heures on constata: 1° que la boîte de verreensemencée avec de l'eau polluée et non filtrée accusait des colonies punctiformes si nombreuses et si rapprochées, qu'il fut impossible de les compter. 2° Que la boîteensemencée avec l'eau filtrée n'accusait aucune colonie et que la surface du bouillon de gélose était parfaitement lisse et unie.

Les deux boîtes furent laissées à l'étuve pendant six jours; le septième jour aucune trace de vie ne s'était manifestée dans la boîteensemencée par l'eau traitée à la poudre au permanganate et filtrée, tandis que la première ne formait plus qu'une seule et vaste colonie ».

D'un autre côté, M. le pharmacien en chef de la Marine, Bavay, a constaté, dans son rapport au ministre, à la date du 5 novembre 1897, que la poudre au permanganate aluminocalcaire, essayée sur l'eau de Seine, à Passy, à la dose de 0 gr. 25 et 0 gr. 50 par litre, suivant les cas et les heures d'échantillons, stérilisait complètement cette eau.

La dose minima de poudre à employer est de 0 gr. 15 à 0 gr. 20 pour un litre d'eau, la dose moyenne de 0,25, la dose maxima, de 0,50.

Après avoir versé dans l'eau à stériliser, la dose minimum de poudre, il faut agiter l'eau pendant une à deux minutes. Elle prend une couleur rose violacée, et il se produit en même temps un trouble au sein du liquide, par suite des combinaisons chimiques. On laisse reposer. Au bout de quatre à cinq minutes, si la couleur rose persiste, la stérilisation est faite. Si, au contraire, la stérilisation tourne au brun, ou disparaît, on ajoute une nouvelle quantité de poudre (0,15) par litre, afin d'obtenir la persistance de la couleur rosée. Pour utiliser l'eau ainsi stérilisée, il faut enlever par la filtration réductrice, l'excès de permanganate dont on l'a saturée. Cette opération s'effectue à l'aide du filtre réducteur. Lapeyrère a cherché à réaliser, dans son filtre, les meilleures conditions de pratique et de simplicité. Il en existe différents modèles. Le filtre d'escouade, seul, nous intéresse, car il a été créé spécialement pour les troupes en campagne: c'est un cylindre en métal inoxydable de 17 centimètres de longueur, sur 7 cent. de diamètre, muni d'un couvercle à pas de vis à l'une de ses extrémités; à l'autre, se trouve un orifice tubulaire de sortie, dont le diamètre règle le débit du filtre. Le couvercle est traversé par une douille métallique, sur laquelle s'adapte un tube de caoutchouc pour l'arrivée de l'eau. Dans l'intérieur du cylindre, on met la matière filtrante. Cette matière filtrante est constituée par de la fibre de tourbe purifiée et rendue insipide par de grands lavages à l'eau; inaltérable à l'abri de l'air, elle possède un pouvoir réducteur considérable et constant. Elle fixe rapidement l'oxygène, aussi, lorsque du permanganate de potasse en solution arrive sur de la tourbe, il lui cède de l'oxygène; il se forme de l'acide ulmique et de l'oxyde de manganèse qui, retenu dans la tourbe, augmente son pouvoir réducteur.

On emploie en campagne, le dispositif suivant: On prend un seau de campement en toile que l'on suspend à une bran-

che d'arbre, à un fusil couché sur deux faisceaux. Ce seau, d'une capacité de 9 à 10 litres, est rempli d'eau, de poudre au permanganate (soit 2 grammes environ) et l'on agite le liquide avec une lame de baïonnette par exemple; au bout de deux à trois minutes, si l'eau est restée rose, elle est bonne à filtrer. Si la couleur rose a disparu, on ajoute encore un tiers environ de la mesure de poudre, et l'on agite de nouveau pour obtenir la persistance de la couleur rosée. Une fois cette persistance obtenue, on plonge dans le seau l'extrémité du tube de caoutchouc, par l'autre extrémité, l'on aspire pour amorcer, l'on adapte le tube au cylindre filtrant et un récipient, gamelle ou bidon, placé dessous, reçoit une eau claire, limpide, incolore et bonne à boire. Le premier verre qui s'écoule doit être rejeté, car il a lavé le filtre et le tube de caoutchouc.

Ce procédé si simple a été l'objet de deux communications différentes faites par M. Laveran à l'Académie de Médecine. Nous tenons à les reproduire presque textuellement, parce qu'elles contiennent, en même temps que l'histoire du filtre Lapeyrère, des considérations générales sur la situation du soldat en campagne et sur la valeur des procédés employés jusque-là pour lui fournir une eau potable.

RAPPORT de M. LAVERAN à l'Académie de Médecine dans la séance du 7 décembre 1897 sur un travail de M. LAPEYRÈRE, pharmacien principal de la marine, ayant pour objet la purification de l'eau de boisson du soldat en campagne.

Le soldat en campagne n'a, le plus souvent, pour étancher sa soif, qu'une eau médiocre ou mauvaise; dans les pays chauds, le nombre et la variété des germes pathogènes contenus dans l'eau, sont plus grands encore que dans nos climats, et l'on conçoit que M. Lapeyrère, qui a passé plusieurs années dans nos colonies, ait été conduit à rechercher un moyen efficace à la fois, et pratique de fournir au soldat une eau de boisson de bonne qualité,

Les procédés employés jusqu'ici dans ce but n'ont donné que des résultats incomplets. Les filtres au charbon et à l'amiante (filtres Maignen, Breyer), clarifient l'eau, mais laissent passer des germes pathogènes.

Le filtre Chamberland, dit de campagne, est lourd, d'un transport difficile à la suite des colonnes de troupe dans les pays chauds, et il subit des détériorations qui le mettent rapidement hors de service. Les expériences faites pendant les expéditions du Dahomey et de Madagascar montrent que ce filtre ne peut être employé utilement que dans des postes fixes.

D'autre part, le filtre Chamberland ne peut pas être utilisé par les hommes isolés.

Les mêmes objections s'adressent au filtre Berkefeld.

L'ébullition de l'eau donne d'excellents résultats; beaucoup de voyageurs ont échappé aux maladies endémiques des pays chauds, grâce à la précaution qu'ils prenaient de ne boire que de l'eau bouillie, sous forme d'infusions légères de thé, ou de café; mais, dans les pays chauds surtout, on ne peut pas demander au soldat fatigué, mourant de soif, de faire bouillir l'eau qu'il peut se procurer et d'attendre, pour la boire, qu'elle se soit refroidie.

L'alunage, employé en Chine et en Cochinchine, est très utile dans ces pays, où les eaux des fleuves sont fortement terreuses, mais, pour que ce procédé soit efficace, il est nécessaire que le dépôt auquel donne lieu l'addition d'alun ait le temps de se faire; or, il faut au soldat un procédé rapide de purification de l'eau. L'alunage ne détruit, d'ailleurs, ou ne précipite qu'une partie des germes en suspension dans l'eau.

La poudre qui a été préconisée par M. le docteur Burliureaux (chaux vive, bicarbonate de soude et alun) a les mêmes inconvénients.

« Dans le procédé que M. Lapeyrère propose d'appliquer à la purification de l'eau en campagne, l'eau est traitée d'abord par une poudre complexe, dont l'élément le plus actif est

le permanganate de potasse, elle est ensuite filtrée sur un tissu réducteur, qui la clarifie et la débarrasse du permanganate en excès.

La composition de la poudre est la suivante:

Chaux vive, délitée et tamisée.....	8 parties
Alun	3 —
Carbonate de soude.....	4 —
Permanganate de potasse.....	1 —

L'alun en se décomposant en présence de la chaux, donne du sulfate de chaux; c'est pour débarrasser l'eau d'une partie du sulfate de chaux ainsi produit que du carbonate de soude a été ajouté à la poudre; il se forme, par double décomposition, du sulfate de soude et du carbonate de chaux insoluble.

La dose de poudre, par litre d'eau, varie de 0 gr. 25 à 0 gr. 50; c'est seulement pour des eaux très impures qu'il faut dépasser cette dernière dose. Une petite mesure est fixée au couvercle de la boîte dans laquelle est renfermée la poudre.

A un litre d'eau qu'il s'agit de purifier, on ajoute une mesure de poudre, soit 0 gr. 25, on agite et on attend quelques minutes; si la coloration rose de l'eau persiste, cela indique que la quantité de poudre employée est suffisante, sinon, on ajoute une deuxième mesure, et même une troisième, ou une quatrième.

Lorsqu'on s'est assuré que la coloration rose est persistante, on filtre l'eau, de manière à la clarifier et à la débarrasser de l'excès de permanganate.

Le filtre imaginé par M. Lapeyrère, se compose d'un étui en aluminium ou en laiton nickelé, de 6 cent. $\frac{1}{2}$ de long, sur 18 millimètres de diamètre, ouvert à un bout, fermé à l'autre, par une rondelle métallique, que traverse un court tuyau auquel on adapte un tube de caoutchouc. Dans l'intérieur de l'étui métallique, on place la matière filtrante et réductrice du permanganate en excès. On peut employer,

pour cet usage, soit une éponge fine, soit un tissu de laine convenablement préparé. Le molleton de laine à longs poils des Pyrénées donne de bons résultats; il est rendu réducteur par des saturations et des dégorgements alternatifs de permanganate de potasse.

Pour faire fonctionner le filtre, on le plonge dans le récipient où se trouve l'eau, en ayant soin d'élever un peu ce récipient et on aspire à l'extrémité du tube en caoutchouc. Une fois amorcé, le filtre continue à fonctionner par le mécanisme du siphon.

Le débit qui, au début de la filtration, est de un litre en 20 ou 25 minutes, baisse assez rapidement et d'autant plus vite que l'eau est plus souillée, le précipité plus abondant à la suite de l'addition de la poudre, mais il suffit de nettoyer le molleton placé dans le filtre, sans même avoir besoin de le sécher, pour que le débit remonte au chiffre initial.

Pour nettoyer le filtre, on retire le molleton et on le lave dans de l'eau additionnée de la poudre au permanganate de potasse.

Le filtre de soldat ne diffère du précédent que par sa longueur plus grande; il peut entrer dans le bidon du modèle réglementaire; on le laisse à demeure dans le bidon, en le fixant avec un morceau de caoutchouc, ou bien on le retire et on le met dans le sac.

Le soldat remplit d'eau son bidon aux 5/6 environ, il ajoute 0 gr. 50 de poudre, puis il agite. Le filtre fonctionne comme le précédent; on peut aussi aspirer directement l'eau par le tube métallique sans se servir du caoutchouc.

Le procédé d'épuration de l'eau proposé par M. Lapeyrère est-il efficace? est-il pratique, notamment pour les troupes en campagne?

Nous nous sommes assurés que les microbes pathogènes qui souillent le plus souvent l'eau (bacilles de la fièvre typhoïde, spirille du choléra), sont détruits dans l'eau purifiée par ce procédé; certains microbes sporulés, comme le « *Bacillus Subtilis* », résistent, mais il s'agit presque toujours de microbes non pathogènes.

L'eau filtrée est claire, incolore, l'excès de permanganate est très complètement réduit.

Le petit filtre cylindrique de voyage, imaginé par M. Lapeyrère, est pratique, il est léger, solide, de très petit volume; son fonctionnement est simple, son nettoyage facile. Le tissu réducteur employé pour débarrasser l'eau de l'excès de permanganate de potasse, donne d'excellents résultats.

Le bidon-filtre destiné au soldat nous semble beaucoup moins pratique que le précédent. Le soldat qui mettra l'eau dans son bidon et qui ajoutera ensuite une mesure de la poudre, ne saura pas si cette quantité est suffisante, si la coloration rose persistante de l'eau a été obtenue.

Le bidon, qui est en métal, réduira le permanganate, alors même que le métal employé sera l'aluminium; d'ailleurs, le soldat met souvent dans son bidon une infusion de thé ou de café, dont les restes réduiront rapidement le permanganate.

La purification de l'eau sera donc aléatoire et l'emploi de la poudre inspirera une sécurité trompeuse.

Le bidon, encrassé, sera difficile à nettoyer, et le métal s'altérera.

Pour ces motifs nous doutons que le bidon-filtre, mis entre les mains des soldats, puisse donner de bons résultats.

Nous pensons qu'en campagne, la purification de l'eau destinée à la boisson, se fera mieux si elle est pratiquée par un groupe d'hommes (escouade ou compagnie), que si elle est laissée à l'initiative individuelle, et par suite, mal surveillée.

Les hommes ne sont pas souvent isolés en campagne, pour ce cas particulier on pourrait avoir en réserve des filtres analogues au filtre cylindrique de poche imaginé par M. Lapeyrère, ce modèle nous paraît bien supérieur au bidon-filtre.

En terminant ce rapport, nous sommes heureux de constater que les recherches de M. Lapeyrère sur la purification de l'eau en campagne, présentent un grand intérêt et qu'elles marquent un progrès dans l'étude de cette importante question.

Nous proposons de classer très honorablement le travail de M. Lapeyrère dans nos archives et d'adresser des remerciements à l'auteur.

Les conclusions du présent rapport, mises aux voix, sont adoptées.

Le 9 janvier 1900, M. Laveran revenait sur cette question et faisait un nouveau rapport à l'Académie de Médecine, nous en extrayons les principaux passages :

« Dans notre premier rapport, nous avons, M. Hanriot et moi, constaté l'efficacité du procédé de purification de l'eau préconisé par M. Lapeyrère, tout en faisant des réserves au sujet du modèle de filtre individuel du soldat, modèle qui nous paraissait peu pratique; nous avons émis l'opinion qu'un filtre d'escouade serait moins sujet à se détériorer qu'un filtre individuel et qu'il serait plus facile à surveiller, ce qui est un point des plus importants pour les filtres en général et pour les filtres qui doivent être mis entre les mains du soldat en particulier.

» M. Lapeyrère, tenant compte de ces considérations, a fait construire un nouveau modèle de filtre qu'il décrit sous le nom de filtre d'escouade ou de famille.

» Dans le premier travail qu'il a adressé à l'Académie, M. Lapeyrère préconisait, comme matière réductrice, un tissu de laine à longs poils, débarrassé de suint et saturé ensuite d'oxyde brun de manganèse; en présence du permanganate, cet oxyde passe à un degré supérieur d'oxydation, et le permanganate est décoloré; notre confrère donne aujourd'hui la préférence à la tourbe purifiée, qui reste inaltérable dans l'eau, à l'abri de l'air; la tourbe, d'un maniement facile, possède un pouvoir réducteur considérable et très constant.

» La tourbe, ou ulmine, fixe rapidement l'oxygène à l'état naissant en formant de l'acide ulmique.

» La quantité d'acide ulmique qui reste dans l'eau filtrée est trop faible pour exercer une action nuisible.

» Ce filtre, dit d'escouade ou de ménage, nous paraît bien préférable au modèle de filtre individuel du soldat, qui avait

été préconisé antérieurement par M. Lapeyrère, il est léger à la fois et solide, peu coûteux, facile à nettoyer, enfin, il fonctionne aisément.

» Son débit est très suffisant pour un filtre d'escouade, c'est-à-dire pour un filtre destiné à procurer de l'eau de boisson à seize hommes au plus.

» L'eau sort du filtre bien décolorée, à condition qu'on n'ait pas dépassé notablement la dose de permanganate; quand il y a excès de permanganate, l'eau prend une teinte jaunâtre, qui est due à la présence d'une petite quantité d'oxyde de manganèse; la présence de l'oxyde de manganèse en faible quantité n'est pas nuisible, mais la teinte jaunâtre de l'eau est évidemment désagréable. Avec un peu d'habitude, en ne dépassant pas les doses nécessaires de permanganate, on évite cet inconvénient.

» Le nouveau modèle de filtre, proposé par M. Lapeyrère, paraît devoir donner de bons résultats, notamment pour la purification de l'eau du soldat en campagne, mais on ne pourra formuler un avis définitif sur ce filtre que quand il aura été mis en expérience, non plus dans un laboratoire, mais en campagne, entre les mains des soldats; en pareille matière, c'est, en effet, à la pratique, qu'il faut laisser le dernier mot.»

Ce dernier mot, nous l'avons, le filtre Lapeyrère a été mis entre les mains des soldats et a donné d'excellents résultats.

M. le docteur Jacquemin, directeur de l'Ecole du Service de Santé de la Marine, écrit, dans les *Archives de Médecine navale*, après la campagne de Chine : « Les filtres Lapeyrère nous ont été très utiles quand les troupes se sont remises en marche ».

M. le médecin major Lapasset, juge le procédé Lapeyrère « pratiquement supérieur aux autres pour les troupes en marche ».

M. Malméjac dit : « Le procédé le plus recommandable aux petites collectivités, semble être celui du pharmacien principal de la Marine, Lapeyrère ».

C'est, qu'en effet, ce procédé présente des avantages considérables: il nous semble réunir les conditions requises pour fournir en eau potable une colonne en mouvement.

L'appareil employé pèse 500 grammes.

Il est d'une construction robuste et soignée et peut supporter sans avaries, les nombreux chocs, inévitables en marche.

Excessivement simple, il se nettoie très facilement; il suffit de dévisser le couvercle du filtre, la tourbe enlevée, est lavée à l'eau claire, ou mieux, à l'eau permanganatée. On la replace ensuite dans le filtre, en la tassant modérément; cette tourbe peut servir ainsi très longtemps. Le filtre, lui-même, est mis tout humide dans son petit sac en toile. Ce sac contient encore une boîte cylindrique en fer-blanc et bien bouchée, où se trouvent la poudre stérilisante et la mesure servant au dosage de cette poudre. Le tout doit être, autant que possible, conservé à l'abri de l'humidité.

L'installation de l'appareil est élémentaire. Le seau en toile fait partie du matériel militaire, le support éminemment simple, peut, nous l'avons vu, être fait à l'aide d'une branche d'arbre, de 3 fusils disposés en faisceau, d'un fusil couché sur deux faisceaux. (Fig. 1).

L'opération elle-même est à la portée de tous. Bien plus, il y a là une question de coloration et de décoloration de l'eau qui doit certainement intriguer l'homme de troupe plutôt sceptique en matière de stérilisation chimique. Il s'étonne qu'une eau, qu'il vient de voir colorée en rose, sorte de l'appareil absolument incolore, il ne sait pas ce qui s'est passé, mais si on lui explique que l'eau vient d'être ainsi purifiée, il est tout disposé à le croire, car, le phénomène a frappé son œil. Ce fait nous semble constituer un avantage assez sérieux, car il ne faut rien négliger pour faire comprendre au soldat la nécessité d'une eau pure.

L'eau qui sort de l'appareil est claire, limpide, incolore, complètement désodorisée, de saveur agréable, dépourvue de germes et de matières toxiques. Ce sont là les caractères

de l'eau potable. S'il y a eu pourtant, un peu trop de permanganate en excès, l'eau conserve un goût spécial, mais qui n'est point désagréable, d'ailleurs, avec un peu d'habitude, on arrive à mettre juste la dose suffisante de poudre.

C'est un procédé excessivement bon marché, puisque 1.000 litres d'eau ainsi stérilisée, reviennent à 0,80 centimes.

C'est un procédé vraiment extemporané, puisqu'en moins de 10 minutes, une eau inoffensive et bonne à boire peut être livrée au soldat assoiffé.

On a pourtant fait, au filtre Lapeyrère, plusieurs objections:

Le tuyau de caoutchouc se détériorerait rapidement dans les pays chauds, mais il semble facile de le remplacer par un tube en étoffe imperméable.

Il faudrait une filtration grossière préalable si l'eau est très boueuse; nous répondrons que, pour tous les filtres, quels qu'ils soient, cela est nécessaire, beaucoup plus encore que pour le filtre Lapeyrère, car, l'alun de la poudre employée dans ce dernier cas, agit comme clarificateur.

On reproche, en outre, au procédé, de laisser en solution dans l'eau, des sels de potasse, mais ces sels sont à l'état de traces, or, que sont ces traces sur l'économie, quand on songe que dans un verre de vin ces mêmes sels existent dans une plus forte proportion.

D'autres objections nous semblent plus fondées. Le filtre Lapeyrère s'encrasserait assez facilement, et son débit de 40 litres par heure, au début, diminuerait vite. M. Laveran regrette aussi qu'il soit nécessaire d'aspirer par le tube de caoutchouc, pour amorcer le siphonage, siphonage qui retarde encore le débit. Mais ce débit dépend beaucoup de la surface de section de l'orifice de sortie. Plus ce dernier sera grand, plus le débit sera considérable. Enfin, il est facile de nettoyer, à l'eau permanganatée, l'extrémité du tube qui permet d'aspirer.

Pourtant, nous recommanderions volontiers, l'emploi, au lieu du seau de campement en toile, d'une sorte d'entonnoir en même toile, dont le sommet se prolongerait en tube assez

Fig. 1

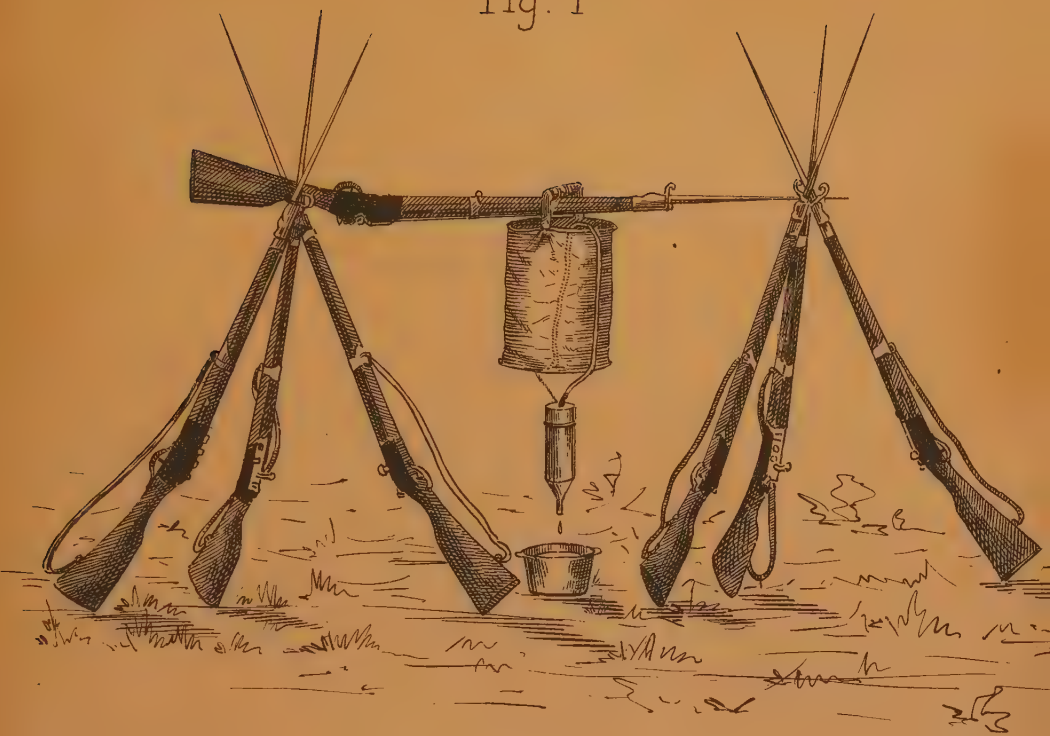
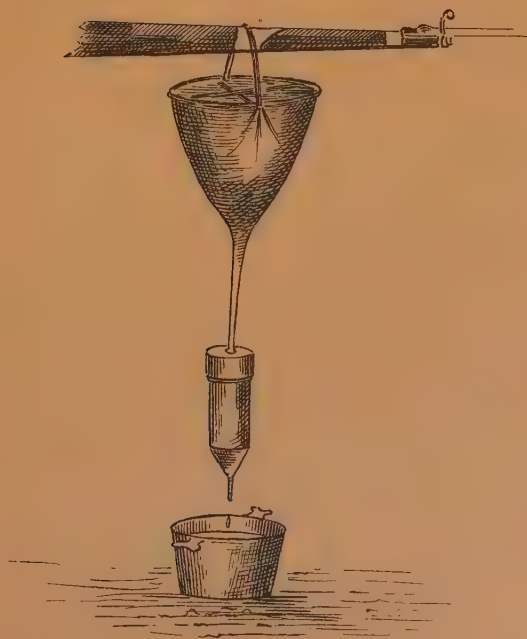


Fig. 2



long, pouvant s'adapter directement au couvercle du filtre. (Fig. 2.)

Nous éliminerions ainsi, d'un seul coup, et le tuyau de caoutchouc, et le siphonage.

Nous avons pu nous convaincre, en expérimentant un dispositif analogue en métal installé par M. le docteur Béguin, que le débit était de la sorte, considérablement augmenté.

Cet entonnoir en toile permettrait au surplus une première épuration d'une eau très boueuse, il suffirait de mettre, à la naissance du tuyau de toile, un tampon d'une matière filtrante quelconque (feutre, laine, étoupe, ouate).

Bien plus, il peut se faire, pour une raison ou pour une autre, que la colonne en marche soit forcée de se diviser et que, par exemple, il n'existe pas assez de filtres réducteurs pour en fournir chaque nouveau groupement. Dans ces conditions, l'entonnoir en toile pourrait rendre de grands services, la tourbe réductrice de l'appareil Lapeyrère sera remplacée par une des substances que le soldat a toujours sur lui, sucre, cognac, vin, thé, café, etc... qui permettent, nous l'avons vu, d'éliminer l'excès de permanganate. L'eau, sera filtrée sur le tampon précité. Cet entonnoir en toile, très simple, très léger, peu dispendieux, pouvant se plier de façon à occuper un tout petit volume, est passible d'un reproche, il ne fait pas partie, comme le seau de campement de la charge ordinaire du soldat.

Enfin, pour nous placer dans toutes les conditions du soldat en campagne, supposons qu'il n'existe, ni filtre réducteur, ni entonnoir. L'essentiel est d'avoir de la poudre au permanganate alumino-calcaire. L'eau stérilisée par cette poudre sera décolorée ensuite par un peu de café, puis filtrée par exemple, à l'aide d'un tube de bambou, dont un orifice aura été obturé par une pièce d'équipement en feutre, coton ou laine.

Evidemment cela n'est pas l'idéal, ce filtre élémentaire pourra laisser passer des particules boueuses, mais peu nous importe, les germes morbides auront été détruits par la stérilisation chimique.

Ce que nous voulons avant tout, c'est fournir au soldat en marche un moyen rapide et pratique de purifier son eau de boisson dans quelque condition qu'il puisse se trouver, et éviter ainsi les redoutables épidémies qui déciment l'armée coloniale.

C'est une question très délicate et très difficile qui, à l'heure actuelle ne nous semble pas encore bien résolue. A notre avis, le procédé Lapeyrère, au permanganate alumino-calcaire, nous paraît le mieux applicable en toutes circonstances; il est le seul, parmi les procédés simples vraiment extemporanés, à donner des garanties suffisantes.

CONCLUSIONS

1^o L'eau mise à la disposition des troupes en marche aux colonies est presque toujours dangereuse. Elle doit être purifiée.

2^o La purification physique est la meilleure méthode de destruction des germes, mais son exécution longue et difficile, demande, en outre, des conditions rarement réalisées en campagne.

3^o La purification mécanique est inefficace. Les filtres constituent, la plupart du temps, des appareils encombrants, qui laissent encore passer les agents animés d'agression morbide.

4^o La purification chimique nous semble la seule applicable aux colonnes en marche, parce que, seule, elle est vraiment rapide, facile et simple.

a) Parmi les différentes substances chimiques employées, nous donnons la préférence au permanganate alumino-calcaire.

b) Pratiquement, nous préconisons le procédé Lapeyrère: stérilisation de l'eau par le permanganate alumino-calcaire, filtration sur filtre réducteur, en signalant qu'une épuration grossière faite sans appareil spécial, sur une eau ayant subi l'action de la poudre alumino-calcaire et décolorée par une matière organique inoffensive, pourrait à la rigueur suffire.

Vu, bon à imprimer :

Le Président de la thèse,

A. LAYET.

Vu :

Le Doyen,

A. PITRES.

Vu et permis d'imprimer :

Bordeaux, le 2 décembre 1907.

Le Recteur de l'Académie :

R. THAMIN.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ARNOULD. — L'eau et les bactéries. Revue d'hygiène, 1887.
— Stérilisation de l'eau. Revue d'hygiène, 1893.
- BARTHELEMY. — La guerre au Dahomey. Arch. méd. Navale, 1896.
- BORDAS ET GIRARD. — Sur l'emploi du permanganate de chaux. Bulletin de l'Ac. des Sciences, 23 mars 1895
- BURLUREAUX. — Epuration de l'eau de boisson. Arch. Méd. Experiment., 1892.
- CHICANDARD. — Sur la purification des eaux. Union pharmaceutique, 1893.
- FIRTH. — La purification chimique de l'eau de boisson. Caducée, 13 novembre 1901.
- GIRARDIN. — Leçons de Chimie élément. appliquée aux arts industriels. Tome II, p. 301.
- GUINOCHET. — Epuration, filtrat., stérilis. des eaux. Thèses Paris, 1893-1894.
- HECKENROTH. -- Prophylaxie par l'eau de boisson aux colonies. Thèse Bordeaux, 1902-1903.
- JACQUEMIN. — Campagne de Chine. Arch. Méd. Navale, 1902.
- JOUSSEAUME. — Parasites amenés par l'eau. Thèse Paris, 1900-1901.
- LABIT. — L'eau potable et les maladies infectieuses.
- LAMBERT. — Nouveau procédé d'épuration de l'eau. Ann. d'Hygiène et Méd. Coloniale, 1906.
- LANGLOIS. — Stérilisat. de l'eau en campagne. Presse médicale, 1895.

- LAPASSET. — Procédés extemporanés d'épurat. des eaux. Arch. Méd. Milit., 1900.
- LAVERAN. — Rapport sur un nouveau modèle de filtre. Bullet. de l'Académie de méd. Décembre 1897, Janvier 1900.
- LAYET. — La santé des Européens entre les tropiques, 1906.
- LÉGRAND. — Hygiène des troupes européennes aux Colonies.
- MALMEJAC. — L'eau dans l'alimentation, 1902.
- MATIGNON. — Enseignements médicaux de la guerre Russo- Japonaise, 1907.
- MOLINIER. — Quelques remarques sur les filtres Chamberland en usage dans la colonne expédit. du Dahomey. Arch. de Méd. navale. Tom. LXII, p. 469.
- NAVARRÉ. — Manuel d'hygiène coloniale.
- POUCHET. — Etude critique des procédés d'épurat. des eaux de boissons Arch. Méd. navale, 1891.
- ROSENTHAL. — Traité d'hygiène, 1890.
- SCHIPILOFF (M^{lle}). — Epuration de l'eau par le permanganate. Revue de la Suisse romande, 1893.
- VAILLARD. — Epuration de l'eau potable en campagne. Arch. méd. milit. Juillet 1902.
- VAILLARD. — Epuration rapide des eaux potables. Annales d'Hygiène publique. Novembre 1902.
-

